

KESUBURAN TANAH DAN BAHAN ORGANIK

Jamilah, Zuhri Multazam, Johan Sukweenadhi, Christine J K Ekawati,
Khairul Anwar, Galang Indra Jaya, Adnan Sofyan, Amir Noviyanto,
Muhammad Parikesit Wisnubroto



KESUBURAN TANAH DAN BAHAN ORGANIK

**Jamilah
Zuhri Multazam
Johan Sukweenadhi
Christine J K Ekawati
Khairul Anwar
Galang Indra Jaya
Adnan Sofyan
Amir Noviyanto
Muhammad Parikesit Wisnubroto**



CV HEI PUBLISHING INDONESIA

KESUBURAN TANAH DAN BAHAN ORGANIK

Penulis:

Jamilah

Zuhri Multazam

Johan Sukweenadhi

Christine J K Ekawati

Khairul Anwar

Galang Indra Jaya

Adnan Sofyan

Amir Noviyanto

Muhammad Parikesit Wisnubroto

ISBN: 978-634-7214-11-9

Editor: Ir. Eddy Jajang Jaya Atmaja, M. M., MBA, P. hD (Cand)

Penyunting: Ulmardi, ST

Desain Sampul dan Tata Letak: Ipah Kurnia Putri S.St

Penerbit: CV HEI PUBLISHING INDONESIA

Nomor IKAPI 043/SBA/2023

Redaksi :

Jl. Air Paku No.29 RSUD Rasidin, Kel. Sungai Sapih, Kec Kuranji

Kota Padang Sumatera Barat

Website : www.HeiPublishing.id

Email : heipublishing.id@gmail.com

Cetakan pertama, Maret 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah subhanahu wa'taala atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku "Kesuburan Tanah Dan Bahan Organik", dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini berisikan tentang Ruang Lingkup Dan Konsep Kesuburan Dan Bahan Organik, Komponen Penyusun Tanah Yang Mempengaruhi Kesuburan Tanah, Kemasaman Dan Alkalinitas Tanah, Nitrogen Tanah Dan Pengelolaannya, P Tanah Dan Pengelolaannya, Kalium Dan Pengelolaannya, Evaluasi Kesuburan Tanah, Aplikasi Biochar dan Biorin Untuk Pertanian.

Semoga buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, dan para profesional di bidang Kesuburan Tanah Dan Bahan Organik, serta siapa saja yang tertarik mempelajari Kesuburan Tanah Dan Bahan Organik. Terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini, Harapan terbesar buku ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Selamat membaca dan semoga bermanfaat.

Padang, Maret 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1 RUANG LINGKUP DAN KONSEP KESUBURAN DAN BAHAN ORGANIK.....	1
1.1 Pengertian Kesuburan Tanah Dan Ruang Lingkupnya	1
1.2 Klasifikasi kesuburan tanah.....	5
1.3 Bahan Organik Tanah.....	7
1.4 Rangkuman.....	13
1.5 Latihan:.....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	17
BAB 2 KOMPONEN PENYUSUN TANAH SEBAGAI DASAR KESUBURAN TANAH.....	21
2.1 Pendahuluan.....	21
2.2 Komponen Penyusun Tanah.....	21
2.3 Mineral tanah dan kesuburan tanah	23
2.4 Bahan Organik dan Kesuburan Tanah	25
2.5 Air dan kesuburan tanah	25
2.6 Udara tanah.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	31
BAB 3 HUBUNGAN TANAH DAN TANAMAN.....	33
3.1 Pendahuluan.....	33
3.2 Penyerapan Unsur Hara oleh Tanaman	34
3.3 Faktor yang Mempengaruhi Penyerapan Nutrisi	35
3.4 Hubungan Ketersediaan Unsur Hara Tanah pada Pertumbuhan Tanaman.....	36
3.5 Peran Biota Tanah dalam Mendukung Pertumbuhan Tanaman	37
3.6 Pengaruh Sifat Fisik Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman	38
3.7 Pengaruh Sifat Kimia Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	40
3.8 Hubungan Antara Kesehatan Tanaman Dan Kesehatan Tanah.....	41

3.9 Studi Kasus Hubungan Tanah dan Tanaman pada Pertanian Organik dan Konvensional	43
DAFTAR PUSTAKA	45
BAB 4 KEMASAMAN DAN ALKALINITAS TANAH.....	47
4.1 Pengertian Kemasaman dan Alkalinitas Tanah.....	47
4.2 Pengaruh pH Terhadap Ketersediaan Unsur Hara	55
4.3 Modifikasi pH Tanah.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	61
BAB 5 NITROGEN TANAH DAN PENGELOLAANYA	63
5.1 Pendahuluan.....	63
5.2 Siklus Nitrogen dalam Tanah.....	64
5.3 Sumber Nitrogen	66
5.4 Pengelolaan Nitrogen Tanah.....	68
5.5 Dampak Pengelolaan Nitrogen yang Tidak Tepat.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	72
BAB 6 P TANAH DAN PENGELOLAANNYA.....	75
6.1 Pendahuluan.....	75
6.2 Mekanisme Pelarutan Fosfat	76
6.3 Pengelolaan P di Lahan Tropis.....	78
6.3.1 Pengapuran	78
6.3.2 Aplikasi Pupuk Phosphate	79
DAFTAR PUSTAKA.....	81
BAB 7 KALIAM PADA TANAH DAN PENGELOLAANNYA.....	83
7.1 Pendahuluan	83
7.2 Pentingnya Kalium Untuk Tanaman.....	84
7.3 Gejala Defisiensi Kalium.....	85
7.4 Ketersediaan Kalium di Tanah.....	85
7.5 Jenis Pupuk Kalium	86
7.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ketersediaan Kalium di Tanah	87
7.7 Strategi Pengelolaan Kalium di Tanah.....	89
7.8 Pengambilan Sampel Tanah untuk Uji Kalium	90
7.9 Teknik Aplikasi Pupuk Kalium	92
7.10 Studi Kasus Pengelolaan Kalium.....	94
DAFTAR PUSTAKA.....	96
BAB 8 EVALUASI KESUBURAN TANAH.....	97
8.1 Pendahuluan.....	97

8.2 Pendekatan Evaluasi Kesuburan Tanah.....	100
8.2.1 Evaluasi Secara Fisik.....	100
8.2.2 Evaluasi Secara Kimia.....	103
8.2.3 Evaluasi Secara Biologi.....	106
8.3 Metode Evaluasi Kesuburan Tanah.....	108
8.3.1 Analisis Laboratorium.....	108
8.3.2 Penggunaan Sensor dan Teknologi <i>Internet of Things</i>	110
9.3.3 Uji Tanaman.....	111
8.3.4 Pemodelan Kesuburan Tanah	113
8.4 Interpretasi Hasil Evaluasi.....	116
8.5 Kesimpulan	118
DAFTAR PUSTAKA.....	120
BAB 9 APLIKASI BIOCHAR DAN BIOURINE UNTUK PERTANIAN.....	123
9.1 Pendahuluan.....	123
9.2 Biochar: Komposisi, Karakteristik, dan Manfaat dalam Pertanian.....	123
9.3 Biourine: Sumber Nutrisi Organik untuk Tanaman dan Biopestisida.....	125
9.4 Aplikasi Biochar dan Biourine pada Tanaman Pangan...	131
9.5 Efek Biochar dan Biourine pada Tanaman Hortikultura.	132
9.6 Aplikasi Biochar dan Biourine pada Tanaman Perkebunan	133
9.7 Dampak Lingkungan dari Penggunaan Biochar dan Biourine.....	133
9.8 Tantangan dan Solusi dalam Penggunaan Biochar dan Biourine	134
9.9 Kesimpulan.....	134
DAFTAR PUSTAKA.....	135
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Hasil analisis kimia tanah sawah yang diaplikasikan pupuk bioorganik (kompos <i>chromolaena odorata</i> , tepung tulang dan <i>pseudomonas sp</i>)	9
Tabel 2.1. Sifat, komposisi dan komponen penyusun tanah	22
Tabel 9.1. Rincian populasi sapi per provinsi di Indonesia pada tahun 2022	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Profil tanah yang menunjukkan posisi bahan organik.....	3
Gambar 1.2. Pengaruh pupuk organik dan pupuk buatan terhadap kesuburan tanah dan aktivitas organisme di dalam tanah	5
Gambar 1.3. Siklus Bahan Organik Tanah.....	11
Gambar 2.1. Komponen Penyusun Tanah	22
Gambar 2.2. Mineral tanah sebagai cadangan nutrisi tanaman.....	24
Gambar 2.3. Fungsi bahan organik tanah.	25
Gambar 2.4. Kelas kelembaban tanah dan titik-titik penting pada kurva hubungan kelembaban tanah.....	26
Gambar 2.5. Hubungan kandungan air tanah dan tekstur tanah terhadap ketersediaan air untuk tanaman	28
Gambar 6.1. Mekanisme enzim fosfatase dalam meningkatkan ketersediaan P untuk tanaman..	77

BAB 1

RUANG LINGKUP DAN KONSEP KESUBURAN DAN BAHAN ORGANIK

Oleh Jamilah

1.1 Pengertian Kesuburan Tanah Dan Ruang Lingkupnya

Kesuburan tanah meliputi proses integrasi materi abiotik dan biotik dalam tanah, didorong oleh zat humat dan akumulasi karbon organik, penting untuk fungsi ekosistem tanah dan pemeliharaan kesuburan (Gheorghe, et al. 2022). Konsep kesuburan tanah luas, didefinisikan sebagai kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal, dipengaruhi oleh faktor lingkungan, fisik, dan kimia yang terkait dengan bahan organik tanah dan mikroorganisme (Henis, 1986). Seiring waktu, pemahaman tentang kesuburan tanah telah berkembang dari fokus pada sifat fisik dan kimia menjadi pendekatan yang lebih holistik mempertimbangkan komponen biologis, kesehatan tanah, dan kualitas, menekankan tanah sebagai sistem kehidupan yang memenuhi berbagai fungsi. Kesuburan tanah dan unsur hara tanaman mengintegrasikan pengetahuan dari ilmu tanah dan tanaman untuk secara efisien menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman, penting untuk memaksimalkan produksi pertanian sambil menjaga kualitas lingkungan (Joshua, et al., 2014). Perspektif historis tentang kesuburan tanah menyoroti kompleksitasnya, mulai dari kekayaan kimia tanah hingga potensi kapasitas produksinya, dipengaruhi oleh sifat tanah dan teknik budidaya (Arnaud, et al., (2014).

Kesuburan tanah secara signifikan berdampak pada hasil panen dengan mempengaruhi ketersediaan unsur hara yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Penelitian menekankan pentingnya unsur hara tanah yang seimbang seperti; nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) dan sulfur (S) dalam meningkatkan produktivitas tanaman (R., R., G., P., G., M. (2023). Pachlaniya., et al. (2023) (Javed., et al., 2022). Thibaut, Putelat. (2023). Kesuburan tanah sangat

penting untuk menjaga tingkat produksi pangan sambil menjaga kualitas lingkungan, menyoroti perlunya strategi pengelolaan kesehatan tanah yang optimal. Tanaman penutup juga memainkan peran penting dalam meningkatkan kesuburan tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik, ketersediaan unsur hara, dan tingkat pH, sehingga mengurangi kebutuhan pupuk anorganik (Pachlaniya et al., 2023). Selanjutnya, pola penggunaan lahan menentukan jenis vegetasi dan praktik pengelolaan tanah, mempengaruhi erosi, oksidasi, mineralisasi, dan proses pencucian, yang semuanya mempengaruhi dinamika kesuburan tanah. Pada akhirnya, kombinasi faktor alami dan antropogenik menentukan kesuburan tanah, menyoroti hubungan rumit antara kesehatan tanah dan pengaruh eksternal seperti perubahan iklim (Choudhury., et al. , 2020).

Memanfaatkan amandemen organik dan teknik pertanian presisi dapat meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan hasil panen, dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, yang pada akhirnya menguntungkan lingkungan dan keberlanjutan pertanian. Penggunaan pupuk yang mengandung hara makro dan hara mikro yang bijaksana, bersama dengan mikroba yang bermanfaat, sangat penting untuk memaksimalkan hasil dan memastikan kesehatan tanah dalam menghadapi perubahan kondisi iklim. Dengan memahami dan mengelola kesuburan tanah secara efektif, petani dapat mengoptimalkan hasil panen, mempromosikan pertanian berkelanjutan, dan mengurangi dampak negatif dari degradasi tanah. Gambar 1 menyajikan lapisan penyusun tanah yang ditampilkan dalam profil tanah, dimana bahan organik mendominasi pada lapisan atas tanah.

Lapisan-lapisan tanah

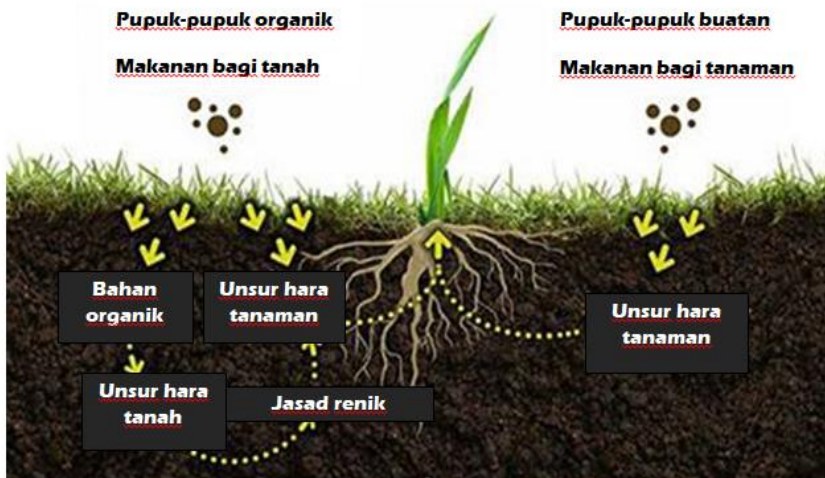


Gambar 1.1. Profil tanah yang menunjukkan posisi bahan organik

Kesuburan dalam konteks bahan organik dan lingkungan berarti kondisi tanah yang seimbang dan subur untuk pertumbuhan tanaman. Kesuburan tanah mengacu pada kapasitas tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman dengan menyediakan unsur hara yang diperlukan dalam jumlah yang tepat. Kesuburan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor:

1. Kandungan hara makro; hara makro primer nitrogen (N), pospor (P) dan kalium (K) dan hara makro sekunder calcium (Ca), magnesium (Mg) dan belerang (S). Hara mikro seperti; Besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), boron (B), molibdenum (Mo), dan klor (Cl).
2. Kapasitas Tukar Kation (KTK); Kemampuan tanah untuk menahan dan menukar kation (positif) dengan akar tanaman.

3. pH Tanah: Tingkat keasaman atau kebasaan tanah yang mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman.
4. Struktur Tanah: Penyusunan partikel tanah yang mempengaruhi aerasi, penahanan air, dan kemampuan perakaran tanaman.
5. Kandungan Bahan Organik: Persentase bahan organik dalam tanah yang meningkatkan kapasitas penahan air dan menyediakan unsur hara.
 - a. Bahan organik seperti pupuk organik, kotoran hewan, dan tanaman berakar dalam dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan struktur, porositas, dan aktivitas biologi (Gambar 1.2).
 - b. Penggunaan bahan organik secara efektif dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui proses seperti komposting, yang menghasilkan pupuk organik yang dapat meningkatkan kesuburan dan aktivitas biologi tanah.
 - c. Pengolahan limbah organik dapat menghasilkan bahan organik yang dapat digunakan sebagai pupuk organik, sehingga meningkatkan kesuburan tanah dan lingkungan.



Gambar 1.2. Pengaruh pupuk organik dan pupuk buatan terhadap kesuburan tanah dan aktivitas organisme di dalam tanah

1.2 Klasifikasi kesuburan tanah

Berbagai klasifikasi kesuburan tanah telah diidentifikasi dalam makalah penelitian yang disediakan. Sistem Klasifikasi Kemampuan Kesuburan (FCC) mengkategorikan kesuburan tanah berdasarkan sifat fisik dan kimia yang penting untuk mengelola kesuburan tanah, membantu produksi tanaman yang berkelanjutan^[1]. Di Distrik Anand di Negara Bagian Gujarat, algoritma pengklasifikasi Hutan Acak ditemukan paling efektif dalam mengklasifikasikan kesuburan tanah, memberikan hasil yang konsisten dan meningkatkan Statistik Kappa (Parmar, et al., 2022). Studi lain menggunakan Convolutional Neural Networks (CNN) untuk mengklasifikasikan tingkat kesuburan tanah sebagai Tinggi, Sedang, atau Rendah berdasarkan pengukuran kimia seperti EC, pH, BO, P, K, S, Zn, B, Cu, Fe, dan Mn, mencapai tingkat akurasi tinggi (Jaidhar, 2023). Selain itu, teknik FCC digunakan untuk mengklasifikasikan kesuburan tanah di Distrik Turen, mengungkapkan delapan klasifikasi kemampuan kesuburan berdasarkan tekstur tanah, pH, C organik, KTK, dan tingkat kejenuhan basa (Christanti, et al., 2022). Terakhir, pengklasifikasi pembelajaran mesin seperti Random Forests digunakan untuk mengklasifikasikan kesuburan tanah sebagai Rendah, Sedang, atau Tinggi berdasarkan 11 parameter tanah, dengan Random Forests menunjukkan kinerja terbaik di antara pengklasifikasi yang diuji (Sujatha dan Jaidhar, 2021). Namun demikian klasifikasi kesuburan tanah secara umum sudah ditetapkan standar mutunya dengan memperhatikan beberapa kriteria. Berikut adalah beberapa klasifikasi kesuburan tanah yang umum digunakan:

1. Berdasarkan Ketersediaan unsur hara, yaitu;

- a. Tanah Sangat Subur, Mengandung tingkat tinggi makro dan mikronutrien yang tersedia untuk tanaman. Mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal tanpa tambahan pupuk yang signifikan.
- b. Tanah Subur: Mengandung cukup unsur hara untuk mendukung pertumbuhan tanaman, tetapi mungkin memerlukan tambahan pupuk untuk hasil maksimal.

- c. Tanah Kurang Subur: Mengandung unsur hara yang terbatas, sehingga memerlukan tambahan pupuk yang lebih banyak untuk mendukung pertumbuhan tanaman.
- d. Tanah Tidak Subur: Mengandung unsur hara yang sangat rendah dan tidak mendukung pertumbuhan tanaman tanpa intervensi yang signifikan seperti pemupukan dan amandemen tanah.

2. Berdasarkan Kapasitas Tukar Kation (KTK), yaitu;

- a. Tanah dengan KTK Tinggi: Memiliki kapasitas tinggi untuk menahan dan menukar kation hara seperti kalsium, magnesium, dan kalium. Biasanya lebih subur dan lebih mampu menyediakan unsur hara secara berkelanjutan.
- b. Tanah dengan KTK Rendah: Memiliki kapasitas rendah untuk menahan dan menukar kation hara. Cenderung kurang subur dan memerlukan manajemen tambahan untuk mempertahankan ketersediaan unsur hara.

3. Berdasarkan Kandungan Bahan Organik, sebagai berikut;

- a. Tanah Organik: Mengandung lebih dari 20% bahan organik (misalnya tanah gambut). Biasanya sangat subur, tetapi bisa memiliki masalah seperti keasaman tinggi atau kelebihan air.
- b. Tanah Mineral: Mengandung kurang dari 20% bahan organik. Kesuburan tergantung pada kandungan hara mineral dan struktur tanah.

4. Berdasarkan Tekstur Tanah, antara lain;

- a. Tanah Bertekstur Halus (lempung, lempung liat): Biasanya lebih subur karena dapat menahan lebih banyak air dan unsur hara.
- b. Tanah Bertekstur Kasar (pasir): Cenderung kurang subur karena kurang mampu menahan air dan unsur hara.

5. Berdasarkan pH Tanah, antara lain;

- a. Tanah masam: pH kurang dari 6,0. Beberapa unsur hara penting mungkin tidak tersedia bagi tanaman, meskipun bisa sangat subur untuk tanaman tertentu.

- b. Tanah Netral: pH antara 6,0 dan 7,5. Umumnya dianggap paling subur dan ideal untuk sebagian besar tanaman.
 - c. Tanah Basa (alkali): pH lebih dari 7,5. Beberapa unsur hara mungkin tidak tersedia, tetapi bisa sangat subur untuk tanaman yang toleran terhadap pH tinggi.
- 6. Berdasarkan Kedalaman Efektif Tanah, antara lain;**
- a. Tanah bersolum dalam: Memiliki lapisan tanah yang dalam sehingga akar tanaman dapat tumbuh dengan baik dan mencari unsur hara serta air yang cukup.
 - b. Tanah bersolum dangkal; Memiliki lapisan tanah yang tipis yang membatasi pertumbuhan akar dan ketersediaan air serta unsur hara.
- 7. Berdasarkan Drainase Tanah, yaitu:**
- a. Tanah dengan Drainase Baik: Mengalirkan kelebihan air dengan baik sehingga tidak ada kelebihan air yang merusak akar tanaman.
 - b. Tanah dengan Drainase Buruk: Menyimpan air terlalu banyak yang bisa menyebabkan kondisi anaerobik yang merugikan tanaman.
- 8. Berdasarkan Aktivitas Biologi Tanah, antara lain;**
- a. Tanah dengan Aktivitas Biologi Tinggi: Kaya akan mikroorganisme yang berperan dalam siklus unsur hara dan memperbaiki struktur tanah.
 - b. Tanah dengan Aktivitas Biologi Rendah: Kurang mikroorganisme, yang bisa menyebabkan siklus unsur hara yang lambat dan struktur tanah yang buruk.

1.3 Bahan Organik Tanah

Bahan organik tanah (SOM) adalah campuran kompleks senyawa organik yang penting untuk kesehatan tanah dan penyimpanan karbon. Secara tradisional, SOM diyakini terutama terdiri dari zat humat yang berasal dari residu tumbuhan dan hewan melalui proses mineralisasi dan humifikasi. Namun, penelitian terbaru

menantang pandangan ini, menunjukkan bahwa nekromassa mikroba mungkin merupakan konstituen utama SOM, dengan residu mikroba berkontribusi secara signifikan terhadap kumpulan SOM dan mempertanyakan konsep tradisional “humifikasi” (Jafseer. Et al., 2022). Mikroorganisme memainkan peran kunci dalam pembentukan SOM, memanfaatkan sebagian besar input organik untuk energi, yang mengarah pada akumulasi SOM sebagai produk sampingan residu karena investasi energi dalam dekomposisi melebihi perolehan energy (Boyle., et al. 2022). Selain itu, simulasi dinamika molekuler menunjukkan bahwa protein berinteraksi dengan SOM terutama melalui gaya ikatan elektrostatik dan hidrogen, mempengaruhi stabilitas struktural dan perilaku agregasi mereka dalam model tanah (Lisa, Österling. 2022). Memahami SOM sangat penting untuk pengelolaan tanah, penyerapan karbon, dan kesehatan ekosistem.

Bahan organik tanah (SOM) bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme. SOM, khususnya zat humat (HS) dan senyawa fenolik, berdampak positif pada hubungan tanaman-tanah dengan meningkatkan pertumbuhan, aktivitas antioksidan, dan ketersediaan unsur hara (Jörg, Gerke. (2022). Selain itu, SOM memainkan peran penting dalam meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologis tanah, seperti kapasitas menahan air, ketersediaan unsur hara, dan biomassa mikroba, yang penting untuk pertumbuhan tanaman (Adele, et al., 2020). Selain itu, SOM dapat mengurangi dampak negatif genangan air dan pemadatan pada perkembangan akar, memfasilitasi akses akar ke air dan unsur hara, yang pada akhirnya menguntungkan hasil panen (Alison, et al., 2020). Peningkatan kadar SOM telah terbukti meningkatkan biomassa di atas tanah pada tanaman seperti gandum musim semi, menyoroti pentingnya konsentrasi SOM optimal untuk peningkatan produktivitas (Momin, et al., 2020). Secara keseluruhan, dimasukkannya SOM dalam praktik pengelolaan tanah sangat penting untuk pertanian berkelanjutan, karena meningkatkan kesuburan tanah, ketersediaan unsur hara, dan pengembangan akar, yang semuanya berkontribusi pada pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik.

Jamilah (2011) telah membuktikan bahwa aplikasi kompos berasal dari tanaman semak *Chromolaena odorata* yang diperkaya

tepung tulang dan *Pseudomonas sp* mampu meningkatkan kesuburan tanah sawah di Kota Padang Panjang Sumatra Barat (Tabel 1.1).

Tabel 1.1. Hasil analisis kimia tanah sawah yang diaplikasikan pupuk bioorganik (kompos chromolaena odorata, tepung tulang dan pseudomonas sp)

No	Perlakuan pemupukan	Sifat kimia tanah						
		pH	N-total (%)	P-tersd. (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	Al-dd	Ca ²⁺ (me/100 g)	K-dd
1	Awal	5,45	0,22	12,27	3193,33	9,14	0,26	0,96
2	Tanpa biorganik	5,47	0,29 B	49,52 C	244,26 B	2,64 A	0,40	2,47
3	Biorganik	5,43	0,42 A	76,05 B	551,83 A	5,03 C	0,47	2,28
4	Biorganik + 10% tepung tulang	6,10	0,26 B	88,56 A	459,55 A	4,59 BC	0,48	2,07
5	Biorganik + 10% tepung tulang + PF	5,42	0,26 B	83,16 A	400,76 A	3,96 AB	0,42	1,78
	KK (%)	7,47	10,58	13,67	13,44	13,73	13,53	10,96

Angka yang diikuti oleh huruf besar yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut BNJ.05

1. Ruang lingkup bahan organik mencakup beberapa aspek:

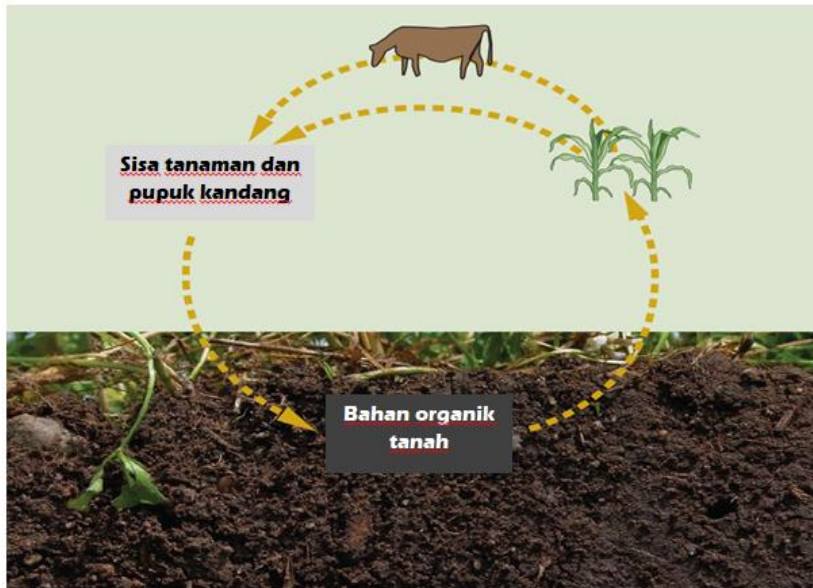
- Sumber Bahan Organik: Serasah daun, batang, akar tanaman, pupuk kandang, kompos, dan sisa-sisa organisme tanah.
- Fungsi Bahan Organik sebagai penyediaan unsur hara: Bahan organik mengandung unsur hara penting yang dilepaskan melalui dekomposisi.
- Perbaikan Struktur Tanah: Meningkatkan agregasi tanah, sehingga meningkatkan aerasi dan kemampuan menahan air.
- Mikroorganisme Tanah: Menyediakan sumber energi bagi mikroorganisme yang berperan dalam siklus hara.
- Penahan Air: Bahan organik dapat menahan air lebih baik daripada partikel mineral.
- Dekomposisi Bahan Organik: Proses yang dilakukan oleh mikroorganisme tanah untuk menguraikan bahan organik menjadi humus dan melepaskan unsur hara.
- Manajemen Bahan Organik: Teknik-teknik seperti penambahan kompos, rotasi tanaman, penanaman tanaman

penutup, dan pengurangan pengolahan tanah untuk meningkatkan bahan organik tanah.

2. Penggunaan bahan organik untuk meningkatkan kesuburan tanah dan lingkungan yaitu:

- a. Pertanian Organik: Pertanian yang menggunakan praktik-praktik pengelolaan yang bertujuan untuk memelihara kesuburan tanah dan lingkungan, seperti penanaman kacang-kacangan, pupuk hijau, dan penggunaan bahan organik.
- b. Pupuk Organik: Pupuk yang sebagian besar bahannya berasal dari hewan dan tumbuhan yang digunakan sebagai penyuplai unsur hara tanah bagi tanaman. Pupuk organik memiliki fungsi kimia yang penting, seperti memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kesuburan.
- c. Pembenah Tanah: Bahan organik yang digunakan untuk memperbaiki struktur tanah, seperti pupuk kandang, yang dapat meningkatkan kesuburan dan aktivitas biologi tanah.

Interaksi antara Kesuburan Tanah dan Bahan Organik. Bahan organik berperan sangat penting dalam menentukan kesuburan tanah karena: Meningkatkan kandungan dan ketersediaan unsur hara. Memperbaiki struktur tanah sehingga akar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Meningkatkan aktivitas biologi tanah, yang membantu dalam siklus hara (Gambar 1.3).



Gambar 1.3. Siklus Bahan Organik Tanah

Bahan organik tanah (SOM) memainkan peran penting dalam ketersediaan unsur hara dengan mempengaruhi berbagai sifat tanah. SOM, termasuk zat humat, dapat meningkatkan kelarutan dan ketersediaan unsur hara penting seperti fosfor (P), besi (Fe), dan tembaga (Cu) untuk penyerapan tanaman (Jörg, 2022). Selain itu, amandemen organik, seperti pupuk kandang dan vermikompos, meningkatkan kandungan karbon organik tanah, kadar asam humat, dan aktivitas mikroba, pada akhirnya meningkatkan ketersediaan unsur hara dan efisiensi penyerapan (Salwinder, et al., 2021); (Momin, et al., 2020). Kehadiran SOM juga membantu mengurangi kekurangan unsur hara mikro di tanah, yang sangat penting untuk produktivitas tanaman, dengan meningkatkan kesehatan tanah, retensi unsur hara, dan populasi mikroba (Owais, et al., 2021); (Rema, et al., 2019). Secara keseluruhan, pemeliharaan dan peningkatan SOM melalui praktik organik sangat penting untuk mempertahankan kesuburan tanah, hasil panen, dan produktivitas pertanian secara keseluruhan dalam menghadapi meningkatnya permintaan pangan dan tantangan lingkungan.

3. Bahan Organik Tanah Mempengaruhi Ketersediaan Unsur Hara, antara lain:

- a. **Penyediaan Unsur Hara; Dekomposisi:** Bahan organik mengandung berbagai unsur hara penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan sulfur (S) yang dilepaskan ke dalam tanah melalui proses dekomposisi oleh mikroorganisme tanah. Proses ini mengubah bahan organik menjadi bentuk-bentuk yang dapat diserap oleh akar tanaman.
- b. **Humifikasi:** Sebagian dari bahan organik yang tidak terdekomposisi secara cepat membentuk humus, yang dapat menyimpan dan melepaskan unsur hara secara perlahan.
- c. **Perbaikan Struktur Tanah; Agregasi Tanah:** Bahan organik membantu membentuk agregat tanah yang lebih stabil, meningkatkan porositas dan aerasi tanah. Struktur tanah yang baik memfasilitasi pergerakan air dan udara, yang penting untuk penyerapan unsur hara oleh akar tanaman.
- d. **Kapilaritas Air:** Tanah dengan bahan organik yang tinggi memiliki kemampuan yang lebih baik untuk menahan air, memastikan bahwa unsur hara yang larut dalam air tersedia lebih lama bagi tanaman.
- e. **Meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK). Situs Penukaran Kation:** Bahan organik meningkatkan kapasitas tukar kation tanah, memungkinkan tanah untuk menahan dan menukar lebih banyak kation seperti kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), dan kalium (K^+). Ini membantu dalam menjaga unsur hara tetap tersedia bagi tanaman.
- f. **Aktivitas Mikroorganisme; Sumber Energi:** Bahan organik menyediakan sumber energi dan karbon bagi mikroorganisme tanah. Mikroorganisme ini berperan dalam siklus unsur hara dengan memecah bahan organik dan melepaskan unsur hara dalam bentuk yang dapat diserap oleh tanaman. **Simbiotik:** Beberapa mikroorganisme membentuk hubungan simbiotik dengan tanaman, seperti mikoriza, yang meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap fosfor dan unsur hara lainnya.
- g. **Penetrasi Racun Tanah; Pengikatan Logam Berat:** Bahan organik dapat mengikat logam berat dan racun lainnya,

mengurangi ketersediaan mereka yang berpotensi merugikan bagi tanaman. Ini memastikan bahwa unsur hara yang diperlukan tetap tersedia dan dapat diambil oleh tanaman tanpa terkontaminasi oleh racun.

- h. Kelarutan unsur hara; Kompleks Organik: Bahan organik dapat membentuk kompleks dengan unsur hara, meningkatkan kelarutan mereka dalam tanah dan membuatnya lebih mudah diambil oleh akar tanaman.
- i. Penurunan Erosi Tanah; Stabilisasi Struktur Tanah: Bahan organik membantu mengurangi erosi tanah dengan meningkatkan kohesi antar partikel tanah. Ini mengurangi hilangnya lapisan tanah atas yang kaya akan unsur hara akibat aliran air atau angin.
- j. Meningkatkan Kapasitas Penyimpanan Hara: Bahan organik dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan hara tanah, seperti kapasitas tukar kation (KTK). KTK memungkinkan tanah untuk menahan hara-hara yang dibutuhkan tanaman, sehingga tersedia bagi tanaman dalam jumlah yang cukup.
- k. Meningkatkan Struktur Tanah: Bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah, membentuk agregat yang lebih besar dan meningkatkan aerasi dan infiltrasi air. Struktur tanah yang baik memungkinkan akar tanaman untuk menembus lebih dalam dan mengakses hara yang tersedia.

Secara keseluruhan, bahan organik adalah komponen kritis dalam ekosistem tanah yang tidak hanya menyediakan unsur hara langsung melalui dekomposisi tetapi juga memperbaiki kondisi fisik dan biologis tanah, memastikan bahwa unsur hara tetap tersedia dan dapat diambil oleh tanaman secara efisien.

1.4 Rangkuman

Kesuburan tanah adalah kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Dipengaruhi oleh faktor lingkungan, fisik, kimia, dan biologis, termasuk bahan organik dan mikroorganisme. Evolusi Pemahaman, Awalnya fokus pada sifat fisik dan kimia. Kini, pendekatan holistik yang mempertimbangkan

kesehatan tanah dan kualitasnya sebagai sistem kehidupan yang memenuhi berbagai fungsi. Faktor-faktor yang Mempengaruhi: Kandungan Hara: Makro (N, P, K, Ca, Mg, S) dan mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl). Kapasitas Tukar Kation (KTK): Kemampuan tanah untuk menahan dan menukar kation. pH Tanah: Tingkat kemasaman atau kebasaan tanah. Struktur Tanah : Penyusunan partikel tanah. Kandungan Bahan Organik: Meningkatkan kapasitas penahan air dan menyediakan unsur hara.

Klasifikasi Kesuburan Tanah: Berdasarkan Ketersediaan Hara: Sangat subur, subur, kurang subur, tidak subur. Berdasarkan KTK: Tinggi atau rendah. Berdasarkan Kandungan Bahan Organik: Tanah organik atau tanah mineral. Berdasarkan Tekstur Tanah: Halus (lempung) atau kasar (pasir). Berdasarkan pH Tanah: Asam, netral, atau basa. Berdasarkan Kedalaman Efektif Tanah: Dalam atau dangkal. Berdasarkan Drainase Tanah: Baik atau buruk. Berdasarkan Aktivitas Biologi Tanah: Tinggi atau rendah.

Bahan organik tanah adalah sisa-sisa tanaman dan hewan yang telah terdekomposisi atau dalam proses dekomposisi. Sumber: Serasah daun, batang, akar tanaman, pupuk kandang, kompos, dan sisa-sisa organisme tanah. Fungsi Bahan Organik. Penyediaan Hara; Mengandung unsur hara penting yang dilepaskan melalui dekomposisi. Perbaikan Struktur Tanah: Meningkatkan agregasi tanah, aerasi, dan kemampuan menahan air. Energi untuk Mikroorganisme: Menyediakan sumber energi bagi mikroorganisme. Penahan Air: Menahan air lebih baik daripada partikel mineral. Proses Dekomposisi: Dilakukan oleh mikroorganisme tanah yang menguraikan bahan organik menjadi humus dan melepaskan unsur hara. Manajemen Bahan Organik: Teknik seperti penambahan kompos, rotasi tanaman, penanaman tanaman penutup, dan pengurangan pengolahan tanah.

Interaksi antara Kesuburan Tanah dan Bahan Organik. Pentingnya Bahan Organik: Meningkatkan kandungan dan ketersediaan hara. Memperbaiki struktur tanah sehingga akar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Meningkatkan aktivitas biologi tanah yang membantu dalam siklus hara. Aplikasi Praktis; Pertanian Organik: Menggunakan praktik-praktik yang memelihara kesuburan tanah dan lingkungan. Pupuk Organik: Menggunakan bahan organik sebagai penyuplai hara. Pembenah Tanah: Menggunakan bahan

organik untuk memperbaiki struktur tanah. Kesimpulannya, kesuburan tanah dan bahan organik adalah konsep yang saling terkait dan penting untuk mendukung pertanian yang berkelanjutan dan menjaga kualitas lingkungan. Memahami dan mengelola kedua aspek ini secara efektif dapat meningkatkan hasil panen, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, dan mendukung keberlanjutan pertanian.

1.5 Latihan:

Kesuburan Tanah

1. Apa definisi kesuburan tanah menurut Gheorghe et al. (2022) dan bagaimana zat humat serta akumulasi karbon organik mempengaruhi kesuburan tanah?
2. Bagaimana pendekatan holistik dalam memahami kesuburan tanah berbeda dari fokus tradisional pada sifat fisik dan kimia?
3. Sebutkan dan jelaskan tiga faktor utama yang mempengaruhi kesuburan tanah.
4. Bagaimana kapasitas tukar kation (KTK) mempengaruhi kesuburan tanah dan ketersediaan unsur hara bagi tanaman?
5. Mengapa pH tanah penting dalam menentukan kesuburan tanah, dan bagaimana pH yang berbeda mempengaruhi ketersediaan unsur hara?
6. Jelaskan perbedaan antara tanah dengan tekstur halus dan tanah dengan tekstur kasar dalam hal kesuburan.
7. Apa dampak kedalaman efektif tanah terhadap pertumbuhan tanaman dan ketersediaan unsur hara?
8. Bagaimana aktivitas biologi tanah mempengaruhi kesuburan tanah?

Bahan Organik

1. Apa saja sumber utama bahan organik dalam tanah?
2. Bagaimana bahan organik meningkatkan kapasitas penahan air tanah?
3. Jelaskan peran mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan organik.

4. Bagaimana penggunaan bahan organik dalam manajemen tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah?
5. Apa manfaat bahan organik dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman?
6. Bagaimana proses dekomposisi bahan organik berkontribusi terhadap kesuburan tanah?

Interaksi antara Kesuburan Tanah dan Bahan Organik

1. Bagaimana bahan organik berperan dalam meningkatkan kandungan dan ketersediaan unsur hara dalam tanah?
2. Jelaskan bagaimana bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah.
3. Mengapa aktivitas biologi tanah penting untuk siklus hara dan kesuburan tanah?

Aplikasi Praktis

1. Apa saja praktik pertanian organik yang membantu memelihara kesuburan tanah?
2. Bagaimana pupuk organik berkontribusi terhadap kesuburan tanah dibandingkan dengan pupuk kimia?
3. Jelaskan fungsi pembenah tanah dan bagaimana bahan organik digunakan dalam konteks ini.

Klasifikasi Kesuburan Tanah

1. Sebutkan dan jelaskan empat klasifikasi kesuburan tanah berdasarkan ketersediaan unsur hara.
2. Apa perbedaan antara tanah dengan KTK tinggi dan KTK rendah dalam hal kesuburan?
3. Bagaimana tanah organik berbeda dari tanah mineral dalam konteks kesuburan?
4. Bagaimana drainase tanah mempengaruhi kesuburan tanah?
5. Jelaskan klasifikasi kesuburan tanah berdasarkan aktivitas biologi tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adele, Muscolo., Diego, Pizzeghello., Ornella, Francioso., Santiago, Sanchez, Cortes., Serenella, Nardi. (2020). Effectiveness of Humic Substances and Phenolic Compounds in Regulating Plant-Biological Functionality. *Agronomy*, 10(10):1553-. doi: 10.3390/AGRONOMY10101553.
- Alison, E, King., Genevieve, Ali., Adam, W., Gillespie., Claudia, Wagner-Riddle. (2020). Soil Organic Matter as Catalyst of Crop Resource Capture. *Frontiers in Environmental Science*, 8 doi: 10.3389/FENVS.2020.00050.
- Arnaud, Legout., Karna, Hansson., Gregory, van, der, Heijden., Jean-Paul, Laclau., Laurent, Augusto., Jacques, Ranger. (2014). Chemical fertility of forest soils: basic concepts. doi: 10.4267/2042/56262.
- Boyle., A,Patricia, Bassereau. (2022). Organic soils. doi: 10.1016/b978-0-12-822974-3.00073-2.
- Choudhury M, R, S, Dutta., D, Bhattacharyya. (2020). Soil Properties under Different Land Use Systems in Karimganj District of Assam, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(3):54-59. doi: 10.20546/IJCMAS.2020.903.006.
- Christanti, Agustina., Novalia, Kusumarini., Mochtar, Lutfi, Rayes. (2022). Pemetaan kelas kapabilitas kesuburan tanah sebagai dasar identifikasi permasalahan dan strategi pengelolaan lahan sawah. *JTSL (Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan)*, 9(2):421-429. doi: 10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.23.
- Gheorghe, Jigău., Boris, Turchin., T., Ciolacu., Nina, Placinta., Angela, Stadnic. (2022). The concept "soil biophysical fertility: theoretical and applied support". *Present Environment and Sustainable Development*, 51-62. doi: 10.47743/pesd2022161004.
- Henis. Y., (1986). Soil microorganisms, soil organic matter and soil fertility. 25:159-168. doi: 10.1007/978-94-009-4426-8_7.
- Jafseer., K, T., Mohamed, Abass. (2022). Soil organic matter dynamics. doi: 10.1016/b978-0-12-822974-3.00147-6.

- Jaidhar. S.M., C., D., (2023). CNN-based Soil Fertility Classification with Fertilizer Prescription. 439-444. doi: 10.1109/ICSCCC58608.2023.10176841.
- Jamilah, R. Munir; Fatimah. (2011). Pengayaan Pupuk Bioorganik C.Odorata Dengan Tepung Tulang Dan Pf Lokal Untuk Meningkatkan 20% Hasil Padi Aromatik Pts Multi Lokasi. Laporan Penelitian yang didanai melalui project KP3T, Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Javed., A H, Eeman, Ali., Khansaa, Binte, Afzal., Asma, Ahmed, Osman., Dr., Samreen, Riaz. (2022). Soil Fertility: Factors Affecting Soil Fertility, and Biodiversity Responsible for Soil Fertility. The International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 12(01) doi: 10.26502/ijpaes.202129.
- Jörg, Gerke. (2022). The Central Role of Soil Organic Matter in Soil Fertility and Carbon Storage. Soil systems, 6(2):33-33. doi: 10.3390/soilsystems6020033.
- Jörg, Gerke. (2022). The Central Role of Soil Organic Matter in Soil Fertility and Carbon Storage. Soil systems, 6(2):33-33. doi: 10.3390/soilsystems6020033
- Joshua, M., McGrath., John, T., Spargo., Chad, J., Penn. (2014). Soil Fertility and Plant Nutrition. 166-184. doi: 10.1016/B978-0-444-52512-3.00249-7
- Lisa, Österling. (2022). From energy to (soil organic) matter. doi: 10.5194/egusphere-egu22-5496.
- Momin, Doley., Shyamal, Kumar, Phukon., Karishma, Borah., Sarat, Sekhar, Bora., Syed, Wasifur, Rahman. (2020). Role of soil organic matter in maintaining sustainability of cropping systems. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(1):1050-1058.
- Owais, Bashir., Tahir, Ali., Zahoor, Ahmad, Baba., G., H., Rather., S.A, Bangroo., Sofi, Danish, Mukhtar., Nasir, Naik., Rehana, Mohi-ud-din., Varsha, Bharati., Rouf, Ahmad, Bhat. (2021). Soil Organic Matter and Its Impact on Soil Properties and Nutrient Status. 129-159. doi: 10.1007/978-3-030-61010-4_7
- Pachlaniya., N.K, R.K, Jain., A, K, Shukla. (2023). Evaluations of soil fertility status of available major nutrients and micro nutrients in vertisol of indore district of madhya pradesh india. Plant

- Archives, 23(Suppliment-1):100-104. doi: 10.51470/plantarchives.2023.v23.no1.017.
- Parmar., R, S, Vishal, Mehra., G., J., Kamani. (2022). Analyzing soil fertility using data mining techniques. Gujarat Journal of Extension Education, 34(2):47-50. doi: 10.56572/gjoe.2022.34.2.0011.
- R., R., G., P., G., M. (2023). Impact of soil fertility characteristics on artificial fertility gradient approach developed using sorghum (*Sorghum bicolor*) in Alfisols. Journal of Applied and Natural Science, 15(2):793-801. doi: 10.31018/jans.v15i2.4601.
- Rema, Barman., Akul, Gupta., Geeta, Kandpal. (2019). Combined Application of Biochar with Fertilizers Influence available Nitrogen, Phosphorus and Potassium Quantity in Soil. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 8(05):1218-1224. doi: 10.20546/IJCMAS.2019.805.138
- Salwinder, Singh, Dhaliwal., Vivek, Sharma., Agniva, Mandal., RK, Naresh., Gayatri, Verma. (2021). Improving soil micronutrient availability under organic farming. 93-114. doi: 10.1016/B978-0-12-822358-1.00002-X
- Sujatha, M., Jaidhar, C, D. (2021). Classification of Soil Fertility using Machine Learning-based Classifier. 138-143. doi: 10.1109/ICSCCC51823.2021.9478169.
- Thibaut, Putelat. (2023). Control of soil fertility from organic matter amendments and rotations. doi: 10.5194/egusphere-egu23-5503.

